

金沢大学工学部

○玉井 俊幸

金沢大学大学院自然科学研究科

武澤 永純

金沢大学工学部

正会員 宮島 昌克

福井工業高等専門学校

正会員 吉田 雅穂

金沢大学工学部

フェロー 北浦 勝

1.はじめに

これまでに、液状化時における地盤流動の発生要因は、地表面勾配が必要条件と考えられてきた。しかしながら過去の地震被害における流動事例を調べると、護岸から数百メートルも離れ、しかも地表面勾配のない水平な地盤で流動が発生していた事例や、地表面の傾斜方向とは異なる方向に水平変位が発生していた事例が確認されている。これらの水平地盤における地盤流動現象については、これまでに考えられてきた発生原因には当てはまらず、その現象のメカニズムはまだ明確にはされていない¹⁾。

そこで、上記のような水平地盤における地盤流動現象のメカニズムの仮定として、液状化層境界面の傾斜方向、地盤の液状化を左右する地盤内の硬軟分布に着目し、それが地盤流動に与える影響について模型振動実験により検討した。

2.実験概要

2-1.実験装置および実験材料

実験装置の概要を図-1に示す。土槽(縦 1500mm×横 500mm×高さ 350mm)の長手方向に加振する。土槽内下部には 6.7%勾配の傾斜基盤を設け、その上に水中落下法によって最大層厚 200mm の飽和砂地盤を作成した。なお、実験ケースに応じてコンクリートバイブレーターを用いて部分的な地盤の締め固めを行った。表-1に砂の物理定数を示す。

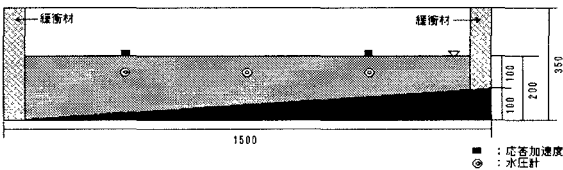


図 - 1 実験装置概要図

表 - 1 砂の物理定数

項目	珪砂 7 号
密度 ρ_s (g / cm ³)	2.63
最大間隙比 e_{max}	1.04
最小間隙比 e_{min}	0.69
最大粒径 D_{max} (mm)	0.43
平均粒径 D_{50} (mm)	0.16
均等係数 U_c	1.60
曲率係数 U'_{c0}	0.98

2-2.実験方法および実験条件

実験ケースを図-2に示す。Case1 は地盤全体が軟らかい地盤である場合、Case2 は地盤中央から傾斜上部を締め固めた場合、Case3 は地盤中央から傾斜下部を締め固めた場合である。1 ケースにつき各 3 回ずつ実験を行った。

実験における入力加速度波形を図-3に示す。入力加速度は約 150gal であり、振動数 5Hz の正弦波を 12 秒間与えた。実験においては以下の項目を測定した。

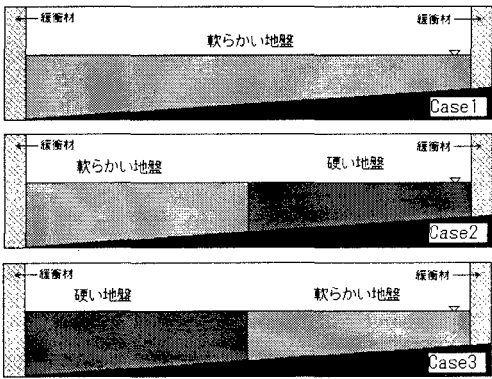


図 - 2 実験ケース

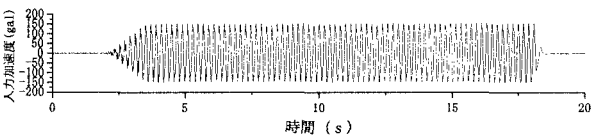


図 - 3 入力加速度の一例

- (1) 水平入力加速度
- (2) 硬い地盤・軟らかい地盤の水平応答加速度
- (3) 過剰間隙水圧 (深さ 5cm、土槽中央部及び両側 37.5cm の場所に水圧計を設置)
- (4) 水平変位量 (地表面にマーカーを 29 個設置)
- (5) 地盤沈下量 (ポイントゲージを用いて 36 地点の沈下量を計測)

3.実験結果と考察

図-4に各ケースの地表面変位量をベクトルで表示したものを示す。図の向かって左側が傾斜下部、右側が傾斜上部となっている。Case1は、全体的に傾斜下部に流動が発生しており、Case2、Case3は締め固めていない地盤のみで地盤の変位が読み取れる。水圧計で測定した結果によるとCase1では地盤全体の液状化を確認できたがCase2、Case3では締め固めていない地盤のみで液状化が発生しており、締め固めた地盤での液状化は確認できなかった。ここで、より詳細に地盤の水平変位量を比較するため、図-5に各ケースにおける中央部の平均地表面水平変位量を示す。ここで、平均地表面水平変位量とは各ケースを3回ずつ行い、測定した地表面水平変位量の平均を表したものである。縦軸の正の値は地盤が傾斜方向に流動したことを示し、負の値は、地盤が傾斜と逆の方向に流動したことを示す。

図-5より、Case1では傾斜下部方向に5mm程度変位している。地表面が水平でも基盤の傾斜がある場合、地盤は傾斜下部に向かって流動することが確認できる。

一方Case2、Case3を比較すると、傾斜上部側では両者とも水平変位がほとんどみられない。しかし傾斜下部側を見ると、Case2は大きな変位を生じているが、Case3は変位が生じていない。これはケースによる地盤の締め固めの違いが明瞭に出た結果と推測できる。

Case2では傾斜上部側を締め固めているため、軟弱地盤中央周辺部分においての傾斜下部方向への流動は抑制されていると考えられる。しかし、傾斜下部側は傾斜上部側と比較して液状化層厚が大きいいため、液状化継続時間も長くなり、硬軟の違いの影響をより顕著に受けやすくなっていたと考えられる。

一方、Case3では傾斜下部側を締め固めているため、軟弱地盤の流動をくい止める形となったものと考えられる。また、軟弱地盤の液状化層厚がCase2と比較して小さいため、液状化継続時間も短い。このように、Case3は地盤流動の起こりにくい条件が整っていたため、水平変位が生じなかったと推測できる。

4.まとめ

地表面が水平な地盤における地盤流動の場合、第1に、流動は基盤の傾斜によって支配されているのではないかと、第2には、地盤の硬軟分布によって流動の方向やその量が左右されるのではないかと、ことが実験結果から考えられる。今後もさらに実験を行い、地盤の硬軟分布が流動に及ぼす影響について検討していきたい。

参考文献：1) 吉田雅穂、宮島昌克、北浦勝：液状化領域の空間分布推定法の提案とほぼ水平な地盤における流動予測への適用、土木学会論文集，No.638/Ⅲ-49，p.155，1999。

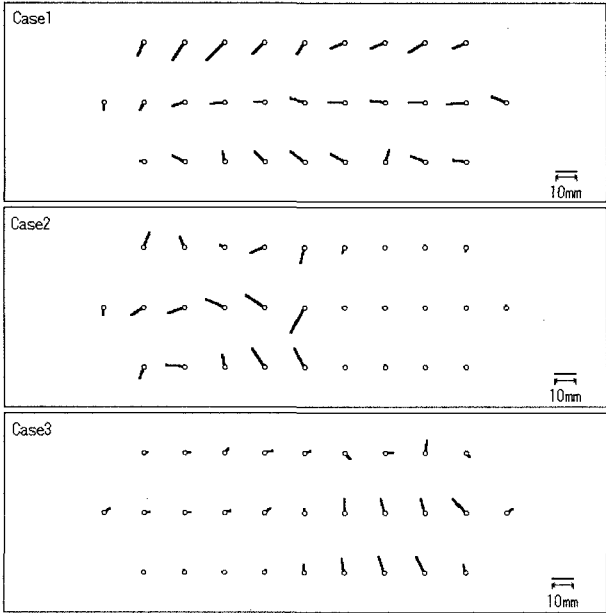


図-4 地表面変位量のベクトル表示図

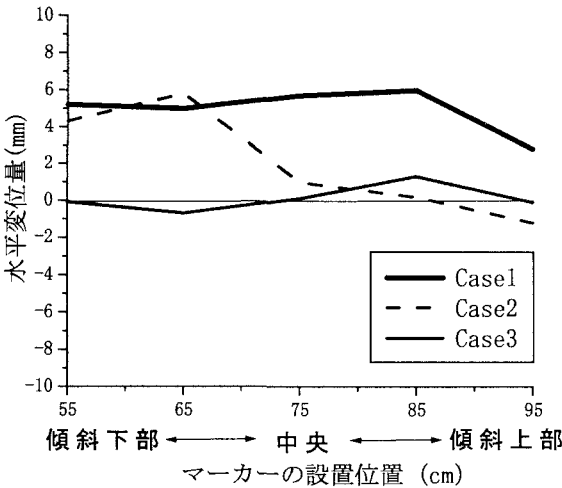


図-5 地盤中央部の平均水平変位量